

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    2 月 2 4 日  
Date of Application:

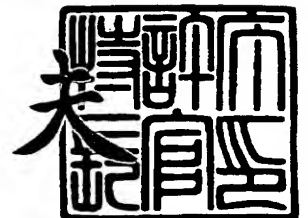
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 4 6 2 4 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 4 6 2 4 8 ]

出      願                      人                      株 式 会 社 ミ ッ ト ヨ  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 2 2 6 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 MP0092

【提出日】 平成15年 2月24日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B23H 1/04

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市上横場 4 3 0 番地の 1 株式会社ミット  
ヨ内

【氏名】 原 外満

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市上横場 4 3 0 番地の 1 株式会社ミット  
ヨ内

【氏名】 谷中 慎一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000137694

【氏名又は名称】 株式会社ミットヨ

【代理人】

【識別番号】 100080458

【弁理士】

【氏名又は名称】 高矢 諭

【選任した代理人】

【識別番号】 100076129

【弁理士】

【氏名又は名称】 松山 圭佑

【選任した代理人】

【識別番号】 100089015

【弁理士】

【氏名又は名称】 牧野 剛博

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006943

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0013512

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放電加工用電極

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物、及び該被加工物に対して間隙を保って配置した電極の間に放電パルスが発生せしめて行う、該被加工物の表面の加工に該電極として用いる放電加工用電極において、

前記放電パルスが発生する部位の少なくとも一部、又はその近傍に、放射性金属を含有させるようにしたことを特徴とする放電加工用電極。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の放電加工用電極において、

電極材質は、タングステン及びコバルトのそれぞれの微細粉末を少なくとも含むものを焼結して得られる超硬材とし、

該超硬材に中性子を照射して、前記コバルトの原子を放射性コバルト原子に置換することで前記放射性金属とし、

マイナス極として用いるようにしたことを特徴とする放電加工用電極。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の放電加工用電極を備えたことを特徴とする放電加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被加工物、及び該被加工物に対して間隙を保って配置した電極の間に放電パルスが発生せしめて、該被加工物を放電加工する、放電加工機、型彫放電加工機、ワイヤ放電加工機、マイクロ放電加工機、創成放電加工機その他に用いる該電極として好適な放電加工用電極、及び、放電加工装置に係り、特に、微細加工においても、放電加工用電極に印加する放電パルスのパルス時間幅や電圧などの条件が同じでも放電発生率  $\eta$  を向上させて加工速度を向上させたり、パルス時間幅を狭くしたり印加電圧を低くしたりしても放電発生率  $\eta$  を維持できるよ

うにして被加工物表面の仕上がり品質を向上させたりすることができる放電加工用電極、及び、放電加工装置に関する。特に本願発明は、マイクロ放電加工に好適である。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

放電加工では、加工物及び放電加工用電極の間に印加する電圧（以下ギャップ電圧と呼ぶ）のパルス時間幅（以下単にパルス幅と呼ぶ）が広いと、被加工物表面の仕上がりが梨地になるなど、仕上がり品質が低下する。従って、要求される仕上がり品質に応じてパルス幅を狭くするようにしている。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、パルス幅を狭くすると、電圧パルスは印加されているにもかかわらず、放電が発生しないという現象が多発するようになる。特に、被加工物が小さく、従って電極対向面積が小さい場合や、ギャップ電圧が低い場合は、顕著にこのような現象が発生する。

#### 【0004】

このように放電が発生しない原因は、被加工物及び放電電極の間の電極間物質、即ち純水や油などのいわゆる加工液を電離するために、それ相当の時間を要するためである。

#### 【0005】

放電発生率  $\eta$  を次のように定義する。

#### 【0006】

放電発生率  $\eta = \{ (\text{放電発生数}) / (\text{印加パルス数}) \} \times 100 [\%]$

#### 【0007】

ここで、上記の式において、「印加パルス数」はギャップ電圧のパルスの印加数であり、「放電発生数」は該電圧パルス印加時に発生した放電パルス数である。従って上記の式において、ギャップ電圧のパルス印加時に必ず放電パルスが発生する場合は、放電発生率  $\eta$  は 100% になる。

#### 【0008】

およその実例を示すと、ギャップ電圧が100Vで、該電圧印加のパルス幅が10ナノ秒の場合、放電発生率 $\eta$ は、高々1%程度に過ぎない。但し、同じギャップ電圧でもパルス幅が10マイクロ秒の場合には、放電発生率 $\eta$ は、100%に限りなく近くなる。もっとも、パルス幅が10ナノ秒の場合には加工面として、鏡面に近い亜鏡面が得られるものの、10マイクロ秒の場合には、加工面は梨地状で極めて荒くなる。

#### 【0009】

なお、パルス幅を狭くしても、ギャップ電圧を高めると放電発生率 $\eta$ を改善できることを確認している。しかしながら、ギャップ電圧を高めると、加工面が梨地状になり品質が低下するという問題がある。

#### 【0010】

被加工物がある程度大きいと、放電加工用電極との対向面積が広くなり、対向面積が狭い場合に比べて放電発生率 $\eta$ は高くなる。一般に0.2mm×50mm程度の対向面積までは、面積のべき乗に比例して放電発生率 $\eta$ は向上するとされている。このような放電発生率 $\eta$ 及び対向面積の関係は、当業界では慣用語で面積効果と呼んでいる。

#### 【0011】

しかしながら、微細加工の需要として、5 $\mu$ m×5 $\mu$ m～25 $\mu$ m×100 $\mu$ mといった狭い面積の加工も多いので、このような面積についても放電発生率 $\eta$ が低下しないようにしなければならない。

#### 【0012】

以上から、微細加工で、しかも亜鏡面加工など高い仕上がり品質が要求される場合などは、放電発生率 $\eta$ が低下することが避けられない。よって、加工速度が低下してしまうという問題が生じる。

#### 【0013】

本発明は、前記従来の問題点を解決するべくなされたもので、微細加工においても、放電加工用電極に印加する放電パルスのパルス時間幅や電圧などの条件が同じでも放電発生率 $\eta$ を向上させて加工速度を向上させたり、パルス時間幅を狭くしたり印加電圧を低くしたりしても放電発生率 $\eta$ を維持できるようにして被加

工物表面の仕上がり品質を向上させたりすることができる放電加工用電極、及び、放電加工装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本願発明は、被加工物、及び該被加工物に対して間隙を保って配置した電極の間に放電パルスが発生せしめて行う、該被加工物の表面の加工に該電極として用いる放電加工用電極において、前記放電パルスが発生する部位の少なくとも一部、又はその近傍に、放射性金属を含有させるようにしたことにより、前記課題を解決したものである。

【 0 0 1 5 】

又、前記放電加工用電極において、電極材質は、タングステン及びコバルトのそれぞれの微細粉末を少なくとも含むものを焼結して得られる超硬材とし、該超硬材に中性子を照射して、前記コバルトの原子を放射性コバルト原子に置換することで前記放射性金属とし、マイナス極として用いるようにしたことにより、前記課題を解決したものである。放射能を有するようにした点のみ相違するだけで、その他特性は従来の超硬材を用いた放電加工用電極と同等とすることができる。従って、剛性その他機械的な特性や、電気的特性については、従来から実績のある放電加工用電極とすることができ、放電加工に用いる際の信頼性を確保し易くすることができる。

【 0 0 1 6 】

更に、前記放電加工用電極を備えたことを特徴とする放電加工装置を提供することで、前記課題を解決したものである。

【 0 0 1 7 】

以下、本発明の作用について、簡単に説明する。

【 0 0 1 8 】

本発明の放電加工用電極では、放電パルスが発生する部位の少なくとも一部、又はその近傍に、放射性金属を含有させる。該含有の放射性金属から放射される放射線は、被加工物及び放電加工用電極の間にある物質、通常は純粋や油などのいわゆる加工液などに影響を及ぼし、該物質の電離を助長するように作用する。

いわば、放射線の作用をトリガとして、加工に用いる放電を誘発するというものである。なお、放射線は、電子で構成されるベータ線を用いる。

#### 【0019】

従って、これら被加工物及び放電加工用電極の間において、放電が生じ易くなる。これにより、前述したように被加工物の対向面積が狭い場合、要求加工品質が高いために、パルス幅を狭くあるいはギャップ電圧を低くしなければならない場合にも、放電発生率 $\eta$ を向上させることができる。

#### 【0020】

以上のように本願発明によれば、微細加工においても、放電加工用電極に印加する放電パルスのパルス時間幅や電圧などの条件が同じでも放電発生率 $\eta$ を向上させて加工速度を向上させたり、パルス時間幅を狭くしたり印加電圧を低くしたりしても放電発生率 $\eta$ を維持できるようにして被加工物表面の仕上がり品質を向上させたりすることができる。

#### 【0021】

なお、放射性金属を含有させる箇所は、該放射性金属からの放射線により、放電加工用電極において上述のように放電を誘発可能な箇所であればよく、本発明はこれを特に限定するものではない。これは、該放射性金属の放射能の強弱にもよる。又、放電加工用電極の全体でなくてもよい。一般的な放電加工では、放射性金属を含有させる箇所は、少なくとも、放電パルスが発生する部位とすることが好ましい。

#### 【0022】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図を用いて本発明の実施の形態を詳細に説明する。

#### 【0023】

図1は、本発明が適用された実施形態の放電加工機の主要部の構成を示すブロック図である。

#### 【0024】

本実施形態においては、被加工物3の上面に加工面4がある。又、放電加工用電極1は、太さ $\Phi$ が0.3mmで、長さが約10mmのピン形状である。該放電



加工用電極 1 は、タングステン及びコバルトのそれぞれの微細粉末を含むものを焼結した、超硬材を用いている。通常の超硬材とは異なり、本実施形態においては後述するように中性子を照射して、該コバルトは放射性の  $^{60}\text{Co}$  とされる。なお、以上のような放電加工用電極 1 の寸法と対比して、図 1 において明らかなように、被加工物 3 は比較的小さいものである。

#### 【0025】

又、該放電加工用電極 1 の円筒外周面、及び加工面 4 の間において、加工に用いる放電パルスが発生する。滴下装置 40 からは、符号 5 で示す、いわゆる加工液が滴下される。なお本実施形態は、加工液を用いずに、空气中で放電パルスを発生させて加工することも対象にしており、この場合も本発明を適用した効果を得ることができる。

#### 【0026】

パルス発生装置 10 は、該放電パルスを発生するための、所定パルス幅のパルス状のギャップ電圧  $V_g$  を、被加工物 3 及び放電加工用電極 1 に与える電源装置になっている。該ギャップ電圧  $V_g$  は、例えば図 4 を用いて後述するように印加する。

#### 【0027】

このために、該パルス発生装置 10 のプラス側の電源端子  $E+$  は、ケーブル 32 によって符号 34 の箇所に接続されている。又、このマイナス側の電源端子  $E-$  は、ケーブル 28 によってブラシ 24 に接続されている。該ブラシ 24 は、ばね 26 によって、絶縁スピンドル 20 に取り付けられたホルダ 22 に対して、通電状態が保持されるように押さえつけられている。ホルダ 22 は、該ホルダ 22 に取り付けられている放電加工用電極 1 に対して導通状態にある。従って、電源端子  $E-$  及び放電加工用電極 1 の間も導通状態にある。

#### 【0028】

図 2 は、図 1 の一点鎖線部の拡大図である。この図 2 においては、放電加工用電極 1 を右下がり斜線で示している。放電加工用電極 1 は、放電パルスが発生し得る部位は、図示されるように先端から長さ  $L$  の範囲の部分である。

#### 【0029】

又、図3は、放電加工用電極1を含む、図2において矢印Aから見たIII-III'断面の断面図である。

#### 【0030】

図3においては、放電加工用電極1は右下がり斜線で、被加工物3は右上がり斜線で示されている。又、放電加工用電極1は図示されるように、被加工物3の加工面4に対して、放電ギャップGpの間隙が保たれている。放電ギャップGpは約1 $\mu$ mになっている。又、放電ギャップGpには、前述のように滴下装置40から滴下される加工液が浸透している。

#### 【0031】

以下、本実施形態において本願発明が主に適用されている部分である、放電加工用電極1について説明する。

#### 【0032】

放電加工用電極1の材質は、タングステン及びコバルトのそれぞれの微細粉末を、少なくとも含むものを焼結して得られる超硬材である。焼結時に該コバルトは、自然界に存在する $^{59}\text{Co}$ であり、放射性を持たない。

#### 【0033】

本実施形態においては、該焼結後に、放電加工用電極1を例えば数千本まとめて、原子炉の中に放置し、これによって中性子を各放電加工用電極1に照射する。そしてコバルトが $^{59}\text{Co}$ から $^{60}\text{Co}$ になったところで、放電加工用電極1を原子炉から取り出す。この時、放射能の強度を測定し、100Mベクレルであることを確認する。つまり、放電加工用電極1が十分な放射能を備えるようになっていることを測定し、確認する。

#### 【0034】

コバルトが $^{59}\text{Co}$ から $^{60}\text{Co}$ になると、下記のような放射線を放射するようになる。

#### 【0035】

第1に、0.3MeVのベータ線。

第2に、1.1MeVのガンマ線。

第3に、1.3MeVのガンマ線。

**【0036】**

これらの内、本実施形態においてはベータ線を用いる。ベータ線は電子の流れであるから、このコバルト $^{60}\text{Co}$ を含んだ材料を、陰極になる放電加工用電極として使用して放電加工を行えば、放電加工用電極1や被加工物3の材料の持つ仕事関数や、これらの間に介在する加工液5の影響を受けることなく、電子が放出される。

**【0037】**

上述のように放射能強度を確認した放電加工用電極1は、図1や図2に示すように、ホルダ22に取り付け、絶縁スピンドル20に取り付けるようにする。そうして、放電加工用電極1及び被加工物3の間には、滴下装置40により適宜加工液5を滴下しながら、パルス発生装置10からパルス状のギャップ電圧 $V_g$ を印加して、放電パルスを発生させる。

**【0038】**

ここで、前述のように放射能強度が $100\text{M}$ ベクレルであれば、放電加工用電極1全体から1秒間あたり $100\text{M}$ 個の電子が発生する。この放出される電子のエネルギーは、 $0.3\text{MeV}$ である。つまり、 $30\text{万V}$ で加速されたエネルギーを、放出された各電子は有しており、加工液5が絶縁性であろうと数 $\mu\text{m}$ の距離を該電子は十分に通過し得るので、図3の放電ギャップ $G_p$ は十分に通過し得る。よって、該電子は、本実施形態において放電を誘発する能力を有している。なお、加工液5を用いず、空気中で放電パルスを発生させ加工する場合も同様である。

**【0039】**

図4は、本実施形態におけるギャップ電圧 $V_g$ のタイムチャートである。

**【0040】**

本実施形態においてはパルス発生装置10から図4に示すように、電圧が約 $100\text{V}$ のギャップ電圧 $V_g$ を印加する。パルス幅 $t_w$ は $10$ ナノ秒になっている。前述のように放射能強度が $100\text{M}$ ベクレルであれば、 $10$ ナノ秒の時間では平均1個の電子が放出されることになる。従って、 $10$ ナノ秒という非常に短いパルス幅であっても、確実に放電パルスが起こり得ることになる。

**【0041】**

つまり、ベータ線が1本発生して電子が1個放出される毎に、放電が励起される。そうして、放電頻度が飛躍的に上昇し、放電発生率 $\eta$ が100%に限りなく近づくことになる。

#### 【0042】

以上説明したように、本実施形態においては、約100Vのギャップ電圧 $V_g$ で、10ナノ秒という非常に短いパルス幅であっても、又、被加工物3が小さくて電極対向面積が広くとれない場合であっても、放電発生率 $\eta$ を100%に保つことができ、よって加工速度を低下することなく、垂鏡面の品位のよい微細加工面が得られる。このように本実施形態においては、本願発明を効果的に適用することができ、優れた効果を得ることができる。

#### 【0043】

なお、コバルト60 $Co$ の半減期は5年である。このため20年程度保管すれば、放射能は16分の1程度に減衰する。従って、使用済みの放電加工用電極1の処理も比較的容易である。

#### 【0044】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、微細加工においても、放電加工用電極に印加する放電パルスのパルス時間幅や電圧などの条件が同じでも放電発生率 $\eta$ を向上させて加工速度を向上させたり、パルス時間幅を狭くしたり印加電圧を低くしたりしても放電発生率 $\eta$ を維持できるようにして被加工物表面の仕上がり品質を向上させたりすることができる。特に本願発明は、マイクロ放電加工に好適である。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明が適用された実施形態の放電加工機の主要部の構成を示すブロック図

#### 【図2】

図1の一点鎖線部の拡大図

#### 【図3】

放電加工用電極を含む、図2において矢印Aから見たIII-III'断面の断面図

#### 【図4】

前記実施形態におけるギャップ電圧  $V_g$  のタイムチャート

【符号の説明】

1 …放電加工用電極

3 …被加工物

5 …加工液

1 0 …パルス発生装置

2 0 …絶縁スピンドル

2 2 …ホルダ

2 4 …ブラシ

2 6 …ばね

2 8、3 2 …ケーブル

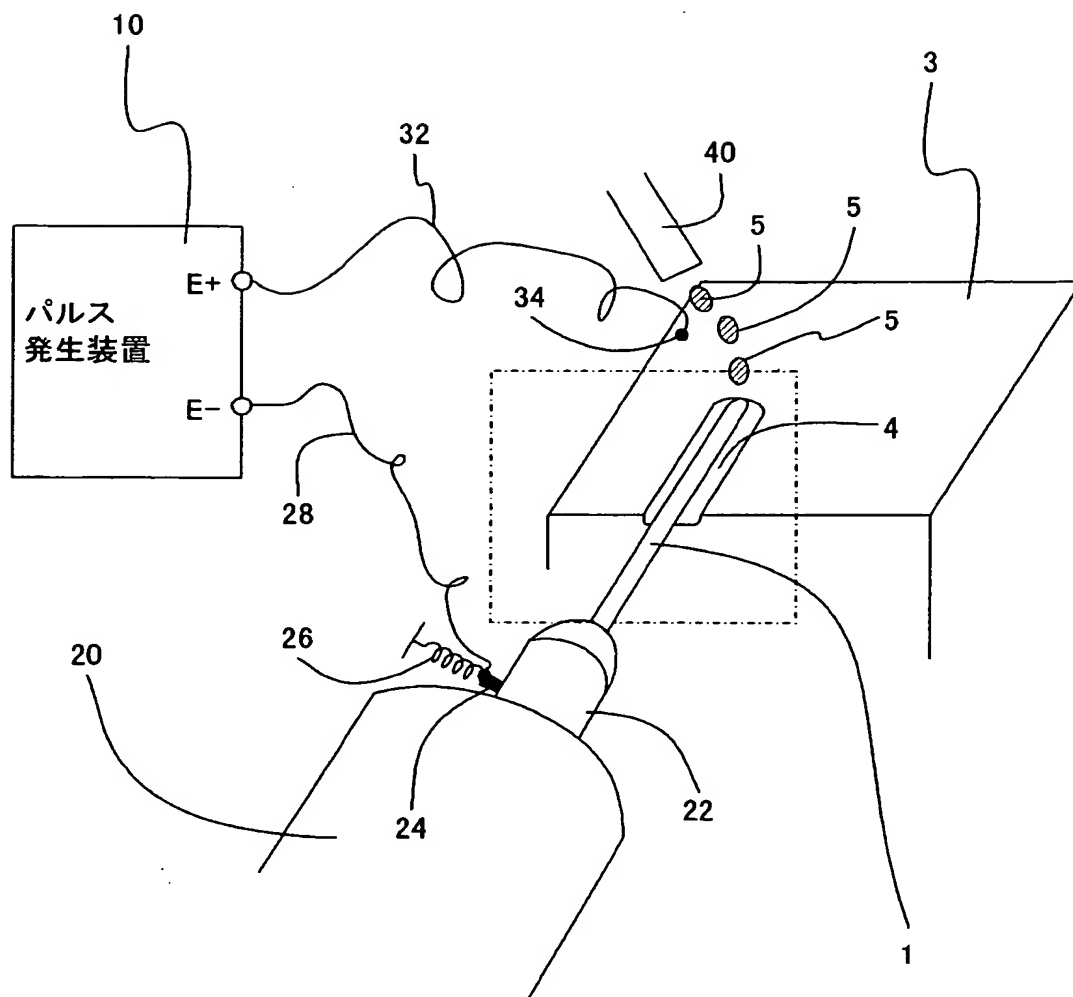
G p …放電ギャップ

$V_g$  …ギャップ電圧

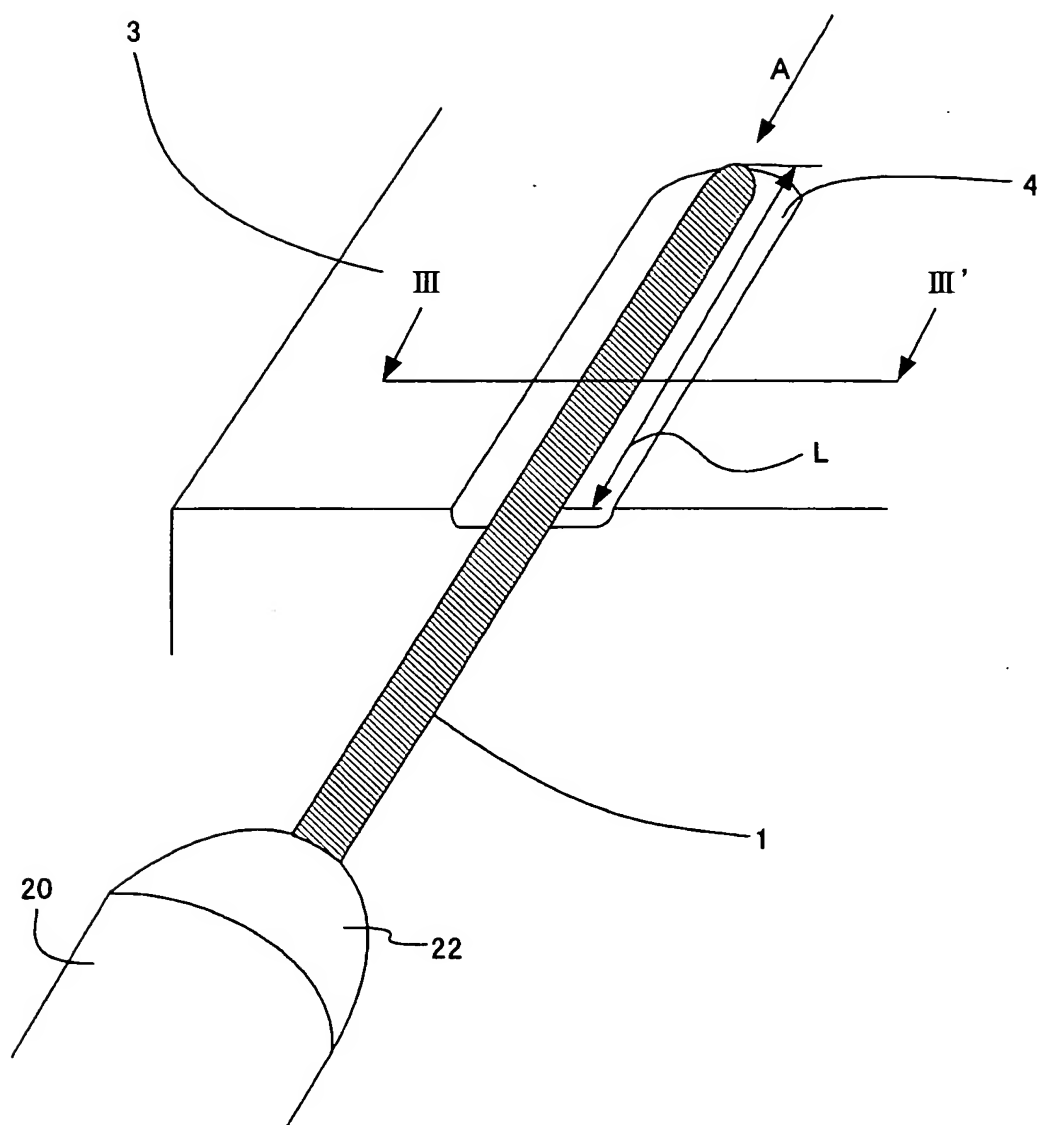
t w …パルス時間幅（パルス幅）

【書類名】 図面

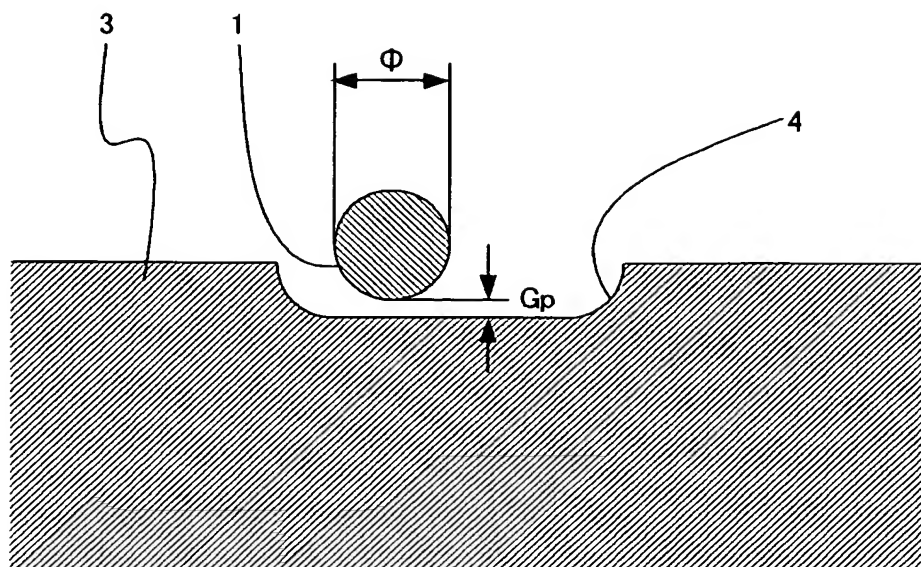
【図 1】



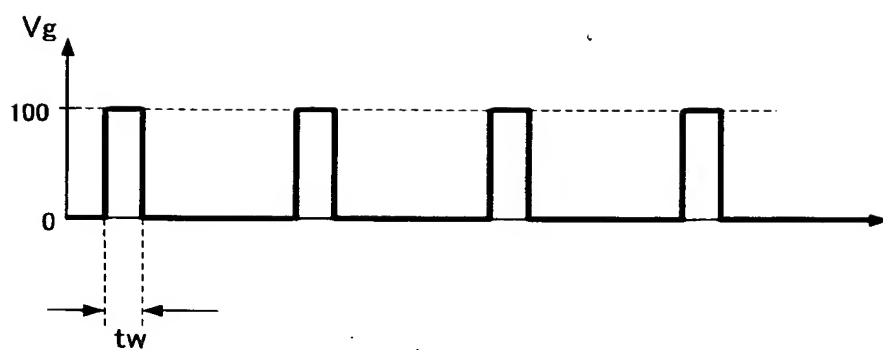
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 微細加工においても、放電発生率  $\eta$  を向上させて加工速度を向上させたり、パルス時間幅を狭くしたり印加電圧を低くしたりしても放電発生率  $\eta$  を維持できるようにして被加工物表面の仕上がり品質を向上させる。

【解決手段】 被加工物 3 との間に放電パルスが発生せしめて行う放電加工用電極 1 において、放電パルスが発生する部位、又はその近傍に、放射性金属を含有させる。該放射性金属から放射される放射線は、被加工物 3 及び放電加工用電極 1 の間にある物質、通常は純粋や油などのいわゆる加工液などに影響を及ぼし、該物質の電離を助長するように作用する。従って、放電発生率  $\eta$  が向上する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 4 6 2 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 3 7 6 9 4 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日  
新規登録  
東京都港区芝 5 丁目 3 1 番 1 9 号  
株式会社ミットヨ

2. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1 9 9 6 年 2 月 1 4 日  
住所変更  
神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目 2 0 番 1 号  
株式会社ミットヨ